

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

**А.В. Химченко**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.  
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Учебно-методическое пособие**

**Горловка**

**2018**

УДК 001.5(078)

X 469

Рекомендовано к изданию решением учебно-методической комиссии факультета  
«Дорожно-транспортный» Автомобильно-дорожного института ГОУВПО «Донецкий  
национальный технический университет».

Протокол № 5 16.05.2018

**Рецензент:**

Быков В. В. — кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт» АДИ  
ГОУВПО «ДОННТУ»

**Химченко, А.В.**

X 469 Технические средства для экспериментальных исследований. Структура и содержание  
дисциплины : Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А.В. Химченко. —  
Горловка: АДИ ГОУВПО «ДонНТУ», 2018. — 13 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для облегчения освоения студентами  
заочной формы обучения дисциплины «Технические средства для экспериментальных иссле-  
дований». В результате самостоятельной работы, выполнения контрольной работы студенты  
получают практические навыки в планировании многофакторных экспериментов, составлении  
матрицы планирования, определения факторного пространства и т. д. Это позволит повысить  
уровень магистерских квалификационных работ и применять полученные знания в дальнейшей  
практической деятельности.

Пособие предназначено для студентов обучающихся по направлению подготовки: 23.04.03  
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Текст изложен в авторской редакции.

УДК 001.5(078)

© Химченко А.В., 2018

© ГОУВПО «Донецкий национальный технический  
университет»

Автомобильно-дорожный институт, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>4</b>
<b>1 Структура и содержание учебного материала дисциплины</b>	<b>6</b>
<b>2 Индивидуальная работа студентов и формирование индивидуального задания</b>	<b>8</b>
<b>3 Список рекомендуемой литературы</b>	<b>9</b>
<b>4 Контрольные вопросы для самоподготовки</b>	<b>10</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Цель освоения учебной дисциплины: реализация требований квалификационной характеристики, основных требований к профессиональной подготовленности магистров и целей основных образовательных программ магистратуры в соответствии Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, формирование у студентов необходимых знаний в отношении техники экспериментальных исследований, освоить первичные практические навыки создания и построения экспериментальных установок, систем автоматизированного сбора информации и проведения эксперимента.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение систем автоматизации экспериментальных исследований;
- изучение принципов работы датчиков и их характеристик;
- получение навыков создания систем сбора информации для экспериментальных исследований.

Изучение данной дисциплины основывается на знаниях таких учебных дисциплин, как «Физика», «Информатика», «Электротехника», а также базовых курсов профессионального цикла.

Данная дисциплина является базовой для проведения экспериментальных исследований и имеет межпредметные связи с такими учебными курсами как: «Методология и методы научных исследований», «Планирование эксперимента».

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Технические средства для экспериментальных исследований»**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций, которые характеризуются:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1);
- способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2);
- способностью разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты (ПК-17);
- способностью вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, готовить научно-технические отчеты, обзоры публикаций по теме исследования (ПК-18);

— способностью разрабатывать физические и математические (в том числе компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности (ПК-19);

— готовностью к использованию знания конструкции и элементной базы транспортных и транспортно-технологических машин отрасли и применяемого при технической эксплуатации и сервисном обслуживании оборудования (ПК-30);

— готовностью к использованию знания рабочих процессов, принципов и особенностей работы транспортных и транспортно-технологических машин отрасли и применяемого при технической эксплуатации и сервисном обслуживании оборудования (ПК-31).

## 1 Структура и содержание учебного материала дисциплины

Таблица 1.1 — Содержание учебного материала дисциплины «Технические средства для экспериментальных исследований»

Виды учебных занятий	Всего		Семестр (очная / заочная формы)
	часов (оч- ная / заочная формы)	кредитов ECTS	
1	2	3	4
Общий объем часов по дисциплине, в том числе:	108/108	3	2/2
— аудиторные занятия	51/6	—	2/2
— самостоятельная работа	57/102	—	2/2
Аудиторные занятия, в том числе:			2/2
— лекции	17/2	—	2/2
— практические занятия	34/4	—	2/2
— лабораторные занятия	—	—	—
— практические занятия к выполнению курсового проекта (работы)	—	—	—
Самостоятельная работа, в том числе:		—	2/2
— подготовка к аудиторным занятиям	39/70	—	2/2
— выполнение курсового проекта	—	—	—
— выполнение расчётно-графических работ	—	—	—
— выполнение контрольной работы для заочной формы обучения	14	—	2
Промежуточная аттестации: экзамен	18/18	—	2
Материально-техническое обеспечение учебного процесса по дисциплине	для прочтения лекционного курса задействуются мультимедийная аудитория 1-201, 1-303, 1-324, для проведения практических занятий — компьютерный класс 1-213, лаборатория 1-111		

Таблица 1.2 — Темы и структура лекционных занятий по дисциплине

Номер темы	Название темы лекции	Объем лекции, ак. часов (очная / заочная формы)	Объем самостоятельной работы, ак. часов (очная / заочная формы)
1	2	3	4
1	Задачи и содержание курса. Автоматизированные системы научных исследований.	2/0	1/4
2	Измерительные устройства. Измерительные преобразователи.	2/0,5	1/4
3	Физические принципы работы измерительных преобразователей.	2/0	1/4

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4
4	Характеристики датчиков.	2/1	1/10
5	Виды наиболее распространённых датчиков.	2/0,5	1/9
6	Метрологические характеристики средств измерения. Калибровка, поверка средств измерения.	1/0	1/4
7	Электрические схемы подключения и компенсации. Применение симуляторов электрических схем (NI Multisim и др.)	3/0	2/9
8	Аналогово-цифровые преобразователи. Микроконтроллеры AVR. Элементы программирования микроконтроллеров	3/1	2/9
Всего по лекционным занятиям		17/3	10/53

Таблица 1.3 — Темы и структура практических занятий по дисциплине

Номер темы	Название темы практического (семинарского) занятия	Объем самостоятельной работы, ак. часов (очная / заочная формы)	
		3	4
1	2	3	4
1	Определение характеристик термистора.	11/2	9/12
2	Создание цифрового датчика измерения температуры на базе микроконтроллера.	12/2	10/15
3	Создание цифрового автоматизированного расходомера топлива, как части автоматизированной системы сбора информации.	11/0	10/0
Всего по практическим занятиям		34/4	29/27

Таблица 1.4 — Темы и структура контрольных работ по дисциплине

Номер темы	Наименование видов работ при выполнении контрольной работы	Объем самостоятельной работы, ак. часов (очная / заочная формы)	
		3	4
1	2	3	4
1	Анализ измерительного оборудования, устройств, датчиков для применения в экспериментальной части выпускной квалификационной работы.	0/14	0/14
Всего по контрольной работе		0/14	0/14

## 2 Индивидуальная работа студентов и формирование индивидуального задания

Основной целью контрольной работы является подготовка студента к выполнению экспериментальной части выпускной квалификационной работы. Так как дисциплина изучается во втором семестре, направление исследований студента в магистратуре на данный момент должно быть определено. Это позволяет в качестве индивидуального задания выбрать анализ измерительного оборудования и устройств, а также датчиков, которые могут обеспечить сбор данных в экспериментальной части работы.

Следует обратить внимание на возможность автоматического сбора информации, регистрации результатов измерения и возможной предварительной обработки этих результатов.

Важным элементом в работе является оценка специфических характеристик датчиков, определяющих точность измерения в заданных экспериментом условиях.

В результате выполнения контрольной работы студент должен подобрать перечень необходимого оборудования для проведения эксперимента.

При выполнении контрольной работы студент заочной формы обучения должен привести в работе следующие сведения:

- перечень физических величин, которые необходимо измерить в процессе эксперимента;
- анализ условия проведения эксперимента;
- перечень датчиков, которые могут применяться для заданных измерений;
- анализ принципов работы, выбранных датчиков;
- перечень их основных характеристик;
- способ регистрации результатов измерений.

### 3 Список рекомендуемой литературы

К изучению дисциплины предлагается следующий список рекомендуемой литературы:

Основная литература:

1. *Химченко А. В.* Технические средства для экспериментальных исследований [Электронный ресурс] : практикум. — Горловка : АДИ ГОУВПО «ДонНТУ», 2018. — 46 с. — URL: <http://ea.donntu.org/handle/123456789/34667>.
2. Датчики : Справочное пособие / В. М. Шарапов [и др.] ; под ред. В. Шарапова. — М. : Техносфера, 2012. — 624 с. — ISBN 978-5-9483-6316-5.

Дополнительная литература:

1. *Фрайден Д.* Современное датчики. Справочник / пер. с англ. Ю. А. Заболотной. — М. : Техносфера, 2005. — 592 с. — ISBN 5-94836-050-4.
2. *Виглеб Г.* Датчики. Устройство и применение : пер. с нем. — М. : Мир, 1989. — 196 с.
3. *Brian W. E.* Arduino Programming Notebook. — San Francisco, 2007. — 40 p.
4. *Селиванов С. Г., Поезжалова С. Н.* Автоматизированная система научных исследований высоких и критических технологий авиадвигателестроения // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. — 2009. — Т. 13. — С. 112—120.
5. *Рыжов Ю., Ефимов М.* Структура программного комплекса автоматизированной системы научных исследований фрикционного сцепления трактора // Вестник Орловского государственного аграрного университета. — 2010. — Т. 22. — С. 32—34. — URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/struktura-programmnogo-kompleksa-avtomatizirovannoy-sistemy-nauchnyh-issledovaniy-friktsionnogo-stsepleniya-traktora>.
6. *Фомичев Н. И.* Автоматизированные системы научных исследований: Учеб. пособие / Н.И. Фомичев. — Ярославль, Яросл. гос. ун-т. 2001. — 112 : Учеб. пособие. — Ярославль : Яросл. гос. ун-т, 2001. — 112 с.
7. URL: <http://www.arduino.cc>.

## 4 Контрольные вопросы для самоподготовки

Для проведения промежуточной аттестации студента в виде семестрового контроля в процессе зачётно-экзаменационной сессии предлагается следующий перечень вопросов:

1. Метрология. Цели, задачи и проблемы метрологии.
2. Средства измерения, измерительная аппаратура.
3. Измерительное устройство. Параметры и структура измерительного устройства.
4. Классификация измерительных приборов по способу представления информации методу измерений.
5. Классификация измерительных приборов по форме представления показаний и другим признакам.
6. Укрупненная классификация датчиков.
7. Перечислить основные характеристики датчиков.
8. Характеристики датчиков: передаточная функция, диапазон измеряемых значений, диапазон выходных значений.
9. Характеристики датчиков: точность; калибровка, ошибка калибровки; гистерезис.
10. Характеристики датчиков: нелинейность, насыщение, воспроизводимость.
11. Характеристики датчиков: мёртвая зона, разрешающая способность, специальные характеристики.
12. Характеристики датчиков: выходной импеданс, сигнал возбуждения, динамические характеристики.
13. Ёмкостные преобразователи сигналов. Преимущества, недостатки и методы измерения ёмкости.
14. Пьезоэлектрические преобразователи сигналов. Принцип действия и используемые материалы.
15. Электромашинные преобразователи. Принцип действия, преимущества и недостатки.
16. Электромагнитные преобразователи. Принцип действия и типы.
17. Электромеханические и магнитомеханические преобразователи.
18. Ионизационные преобразователи.
19. Фотоэлектрические преобразователи. Фоторезисторы и фотодиоды.
20. Резистивные преобразователи. Типы и недостатки.
21. Характеристики термометра сопротивления и термистора.
22. Магниторезистивные преобразователи.
23. Преобразователи на основе эффектов Холла и Виганда.
24. Термоэлектрические преобразователи.
25. Датчики перемещения и уровня. Типы.
26. Датчики перемещения и уровня. Потенциометрические датчики. Типы и примеры использования.

27. Гравитационные датчики перемещения и уровня. Типы и примеры использования.
28. Дифференциальные трансформаторы, вихретоковые датчики. Исполнение и примеры использования.
29. Датчики приближения, использующие эффект Холла и магниторезистивные датчики. Примеры использования.
30. Датчики ультразвуковые, радары, датчики толщины и уровня.
31. Датчики силы, механического напряжения и прикосновения. Типы и методы измерения.
32. Тактильные чувствительные элементы. Принципы действия.
33. Пьезоэлектрические датчики силы
34. Расходомеры. Типы. Принципы действия и исполнение.
35. Датчики температуры. Типы. Принципы действия и исполнение.
36. Датчики применяемые на автомобилях.
37. Калибровка, тарировка, градуировка средств измерения.
38. Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения.
39. Требования к методикам (методам) измерений.
40. Типичные составляющие погрешности измерений.
41. Принципы государственной поверки на примере средств измерений объёма и массы жидкости.
42. Требования к установкам высшей точности при поверке средств измерений объёма и массы жидкости.
43. Методы калибровки датчиков динамического давления.
44. Схемы подключения и компенсации. Практическое применение и проверка с помощью ПО NI Multisim.
45. Особенности научных исследований как объекта автоматизации.
46. Составные части автоматизированной системы научных исследований.
47. Принципы построения автоматизированных систем научных исследований.
48. Виды экспериментальных исследований.
49. Обобщённая структурная схема информационно-измерительных систем.
50. Аналого-цифровые преобразователи и микроконтроллеры (понятия, основные принципы работы, характеристики и применение).
51. Аналогово-цифровые преобразователи. Дискретизация сигнала.
52. Типы аналогово-цифровых преобразователей.
53. Характеристики аналогово-цифровых преобразователей.
54. Исполнение аналогово-цифровых преобразователей.
55. Микроконтроллеры AVR. Исполнение и основные характеристики.
56. Области применения микроконтроллеров.
57. Общее устройство микроконтроллера.
58. Платы для прототипирования Ардуино. Преимущества.

59. Примеры устройства плат Arduino на примере Nano или Uno. Основные характеристики.

60. Среда разработки ПО Ардуино. Принципы построения программ.

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ.  
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Учебно-методическое пособие

**Химченко Аркадий Васильевич**

Компьютерная вёрстка в  $\LaTeX$  Химченко А. В.

Подписано к изданию 16.05.2018 г. Гарнитура Computer Modern.  
Объем издания 264,3 Кбайт, авт. л. 0,59.

---

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Донецкий национальный технический университет»  
Автомобильно-дорожный институт  
284646, ДНР г. Горловка, ул. Кирова, 51  
E-mail: hiav@adidonntu.ru

Свидетельство о государственной регистрации ДНР  
серия АА03 № 029192 от 7 апреля 2016 г.